

KONDOR IMRE

Bank és kockázat



Kondor Imre
fizikus, egyetemi tanár
az MTA doktora

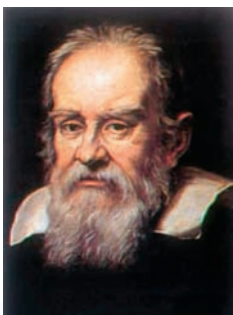
Az 1970-es évek elejétől kezdve a pénzügyi piacokon erősen megnöttek az ingadozások, melyek kivédésére egyre bonyolultabb, úgynevezett származtatott termékek jelentek meg. Ezek kifejlesztése és árazása, a megnövekedett kockázatok kezelése a bankokban korábban megszokottnál lényegesen magasabb szintű matematikai technikákat követel, ami az erős kvantitatív háttérrel rendelkező munkaerő (matematikusok, informatikusok, sőt fizikusok) tömeges alkalmazásához vezetett a világ vezető pénzintézeteiben. Az utóbbi években ez a folyamat Magyarországon is megindult, az előadó (aki „civilben” az ELTE fizikus egyetemi tanára) is ennek révén került kapcsolatba a pénzügyi kockázattal – előbb mint kutatási témával, később pedig néhány éven át az egyik vezető magyarországi bank kockázatkezelési osztályának vezetőjeként a gyakorlatban is.

Az előadás vázlatosan áttekinti a pénzügyi kockázatok néhány fő típusát (a piaci, a hitel- és a működési kockázatot), a kockázati mértékeket és a kockázatkezelési technikákat. Kitér a pénzintézetekre vonatkozó nemzetközi szabályozásra, a jelenlegi, illetve a tervezett tőkeegyezményre és az ezekkel kapcsolatos szakmai vitákra.

1943-ban született Debrecenben. 1966-ban diplomázott az ELTE Természettudományi Karának fizika szakán. 1984-ben a fizikatudomány kandidátusa, 1988-ban akadémiai doktora lett.

Pályáját az Eötvös Loránd Tudományegyetem fizikus és tanárszakos oktatójaként kezdte, 1991 óta egyetemi tanár. Az 1992–1993-as tanévben az ELTE-n megszervezte a TTK legkiválóbb hallgatóinak iskoláját, a Bolyai Kollégiumot, melynek 1998-ig volt igazgatója. 1998-ban megalapította az ELTE-n a Komplex Rendszerek Fizikája Tanszéket, melyet 2000-ig vezetett. A Collegium Budapest – Institute for Advanced Study soros rektora. 1998-ban – egyetemi tevékenységének fenntartása mellett – létrehozta a Raiffeisen Bank kockázatelemző kutatócsoportját.

Főbb kutatási területe: a statisztikus fizika, ezen belül előbb a szuperfolyékony Bose-rendszer, majd a kritikus jelenségek, utóbb a rendezetlen rendszerek, speciálisan a spinűvek elmélete. Jelenleg a statisztikus fizikai módszerek pénzügyi problémákra való alkalmazásával foglalkozik.



Galileo Galilei és a pisai ferde torony. Valószínű, hogy a széles körben elterjedt legendával szemben Galilei soha nem végzett ejtő-kísérleteket a ferde toronyban, a szabadesés törvényére egyre meredekebb lejtőkön legördülő golyók mozgásának méréséből extrapolált

Fizika és közgazdaságtan

Az előadásban bankokról és pénzügyi kockázatokról lesz szó, az előadó viszont fizikus. A fizika jellegzetesen „kemény” természettudomány, a közgazdaság-tudomány pedig az emberi társadalom leírásával foglalkozik. Túl-specializált korunkban, amikor még sokkal közelebbi tudományágak képviselői is alig értik egymás szavát, nem világos, mi köze lehet a fizikának a közgazdaságtanhoz. Először is ezt a kérdést kell tehát szemügyre vennünk.

A középiskolai fizikáról sokaknak elég rémes emlékei maradnak, ezért talán meglepően fog hangzani, ha azt mondom, hogy a fizika voltaképpen a legegyszerűbb tudomány. A kezdetektől fogva tudatosan törekedett arra, hogy a vizsgálatai tárgyát képező jelenséget jól elkülönítse a környezettől, maximálisan kihasználta a természeti jelenségek körében gyakran előforduló szabályosságokat és szimmetriákat, és teljes körű ellenőrzés alatt igyekezett tartani a laboratóriumi körülményeket, hogy ezáltal a kísérletek pontos megismételhetőségét biztosítsa. Ily módon igen magas szintű objektivitásra tett szert, és képessé vált a természeti folyamatok lezajlását a jelenségek széles körében matematikai módszerek segítségével előrejelezni.

Példaként hadd utaljak a szabadesésre, a legelső olyan mozgásra, melynek pontos matematikai leírását adta a tudomány. Ha Galilei tollpíhéket és papírlapokat hajigált volna le a pisai toronyból, nehezen jutott volna arra a felismerésre, hogy az esés ideje független az eső tárgy anyagától, vagy hogy a megtett út az eltelt idő négyzetével arányosan nő. A legtöbb eső tárgy esetén azonban a levegő ellenállása olyan csekély hatást gyakorol a jelenségre, hogy a fa-, kő- és vasgolyókkal végrehajtott kísérletek lehetővé teszik a helyes törvényszerűség felismerését.

Másik példaként a bolygómozgásra hivatkozhatom. Nehéz túlbecsülni annak a tudománytörténeti jelentőségét, hogy Newton felismerte a gravitációs törvényt és megadta a bolygómozgás szabatos matematikai leírását.

A probléma Newton-féle megoldása azonban egyetlen központi csillag és egyetlen körülötte keringő bolygó esetére vonatkozik. Abban a pillanatban, amikor a képben megjelenik egy harmadik égitest, a probléma többé már nem oldható meg egzaktul. A helyzetet az menti meg, hogy a bolygók sokkal kisebbek a Napnál, ezért egymás közötti gravitációs kölcsönhatásuk első közelítésben elhanyagolható, és ezeket a zavaró kölcsönhatásokat elegendő utólag, kis korrekcióként figyelembe venni. Ez a megközelítés – vagyis a lényegtelen zavaró hatások elhanyagolása, majd az alapvető törvényszerűség felismerése után ezeknek a kis zavaroknak az utólagos figyelembevétele – a fizika általános stratégiájának tekinthető. Az idők folyamán a fizika fantasztikus ügyességre tett szert a látszólag rendkívül bonyolult jelenségek egyszerűbbekre való visszavezetésében, és a természeti jelenségek elképesztően széles körét képes néhány „alaptrükk” különféle változataival lefedni.

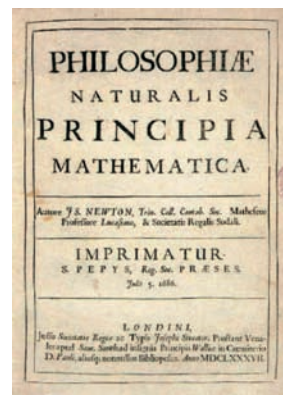
Hosszú idő óta ismeretes azonban, hogy ez a stratégia nem mindig működik. A Naprendszer esetében például a bolygók közötti kölcsönhatások valóban gyengék, tudjuk azonban, hogy ebben a rendszerben kaotikus hatások lépnek fel, vagyis már ez a néhány bolygót tartalmazó rendszer is ele-

gendően bonyolult ahhoz, hogy igen hosszú távon ne legyünk képesek a viselkedését pontosan előrejelezni. Az, hogy valamilyen lényeges instabilitás valaha is bekövetkezik-e vagy sem, rendkívül érzékenyen függ a rendszer pontos kezdeti feltételeitől. Azokkal az úgynevezett nemlineáris jelenségekkel, amelyek rendkívül érzékenyek a kezdeti feltételekre, és ezért hosszú távú viselkedésük megjósolhatatlan, a fizika hosszú időn keresztül lényegében semmit nem tudott kezdeni (azon túl, hogy sokáig igyekezett lehetőleg nem tudomásul venni őket), és csak az utóbbi mintegy harminc évben alakultak ki kezelésükre az első módszerek, nem utolsósorban a számítógépek viharos fejlődésének köszönhetően.

A nemlinearitás mellett a komplikációk másik forrása a szimmetriák hiánya. Környezetünk, de saját testünk is tele van olyan anyagokkal, melyek se nem homogének, mint a gázok vagy az egyszerű folyadékok, se nem rendelkeznek a kristályok szimmetriáival. Az üveg, a műanyag, a cserép, a műhab, a **polimer** stb. szerkezete rendezetlen, ezek az anyagok szigorúan véve nincsenek **termikus egyensúlyban**, lassú változások zajlanak bennük, bizonyos értelemben történetük van, ezért – ha csekély mértékben is – minden példányuk egyedi.

Az ilyen komplikált, mindenféle szimmetriát nélkülöző, ezért számtalan részlettől függő, a kezdeti feltételekre érzékeny, ezért előrejelezhetetlen, egyedi történettel bíró, sokszor még adaptációra is képes rendszereket újabban gyakran komplex rendszerekként emlegetik. Ilyenek persze nemcsak, sőt nem is elsősorban az élettelen természetben találhatók, hanem az élővilágban és a társadalomban is. Az élettelen világban előforduló komplex rendszerek számos olyan nehézség elé állítják a fizikusokat, mint amilyenekkel a „lágyabb” tudományok képviselői mindig is küzdöttek, hiszen a biológiában vagy a társadalomtudományokban lényegében semmi nincs, ami ne lenne komplex. Az élettelen világ komplex rendszereinek (például a rendezetlen, amorf, üvegszerű struktúráknak, a kaotikus vonásokat mutató dinamikai rendszereknek vagy a bonyolult hálózatoknak) a tanulmányozása ilyen módon mintegy bevezetést ad a biológiai vagy társadalmi komplexitás vizsgálatába, és ezen az úton a legutóbbi időkben számos fizikus jutott el olyan tudományközi kutatási területekre, ahol biológusokkal, pszichológusokkal, szociológusokkal vagy éppen közgazdászokkal működik együtt. Azt mondhatjuk tehát, hogy a fizika, ennek is elsősorban a tömegjelenségekkel foglalkozó ága, a **statisztikus fizika** a saját belső fejlődését követve természetes módon keres kapcsolatokat eredeti területétől igen messze fekvő társadalomtudományokkal. Ez a fejlődés talán valamelyest érthetőbbé teszi, miként kerül valaki fizikusként a pénzügyek közelébe.

A közgazdaság-tudomány oldaláról szemlélve a kapcsolat sokkal meszebbre nyúlik vissza. A gazdasági és társadalmi folyamatok pontos leírásának vágyától vezetve a 19. század klasszikusai a fizikát tekintették példaképnek, Adam Smith, David Ricardo, Thomas Malthus mind a közgazdaság-tudomány Newtonjaivá szerettek volna válni; az egyetemen nekünk még azt tanították, hogy Marx azzá is vált. Miközben úgy gondolom, hogy senkinek sincs esélye arra, hogy a közgazdaságtan Newtonjává váljék, arról is meg vagyok győződve, hogy a közgazdaság-tudománynak semmi oka nincs a fiziká-



Isaac Newton és főműve,
a *Principia*

Polimer:

nagyszámú atomból álló molekula.

Termikus egyensúly:

valamely fizikai rendszer rögzített külső feltételek mellett kialakuló egyensúlyi állapota, melyben a makroszkopikus jellemzők (például átlagenergia, sűrűség, mágnesezettség stb.) már semmiféle megfigyelhető időbeli változást nem mutatnak.

Statisztikus fizika:

a fizikának a nagyszámú részecskékből álló rendszerek statisztikus leírásával foglalkozó ága.



*A véletlen bolyongás,
az árfolyammozgások első
modellje*

Kinetikus gázelmélet:

a gázok makroszkopikus viselkedését a molekuláris mozgások kiátlagolásával értelmező elmélet.

Brown-mozgás:

véletlenszerű bolyongás, például virágporszemcsék szabálytalan mozgása. folyadékban.

Fraktál:

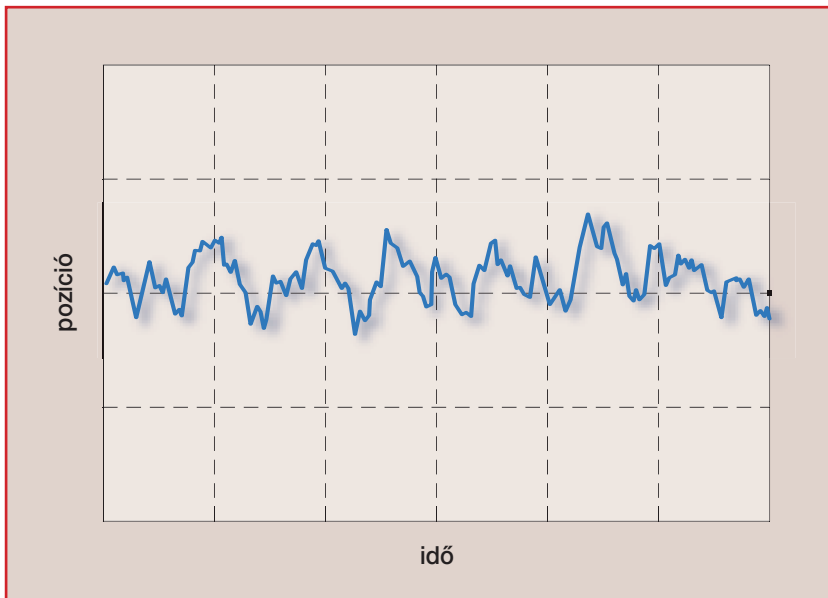
bonyolult, törtdimenziós objektum.

Sztochasztikus:

véletlenszerű.

Származtatott ügylet:

olyan ügylet, melynek kimene-tele egy másik piaci eszköz (alaptermék) árfolyammozgásától függ. Három alapvető fajtája van: a határidős ügylet, az opció és a pénzáramlások cseréjére vonatkozó swap.



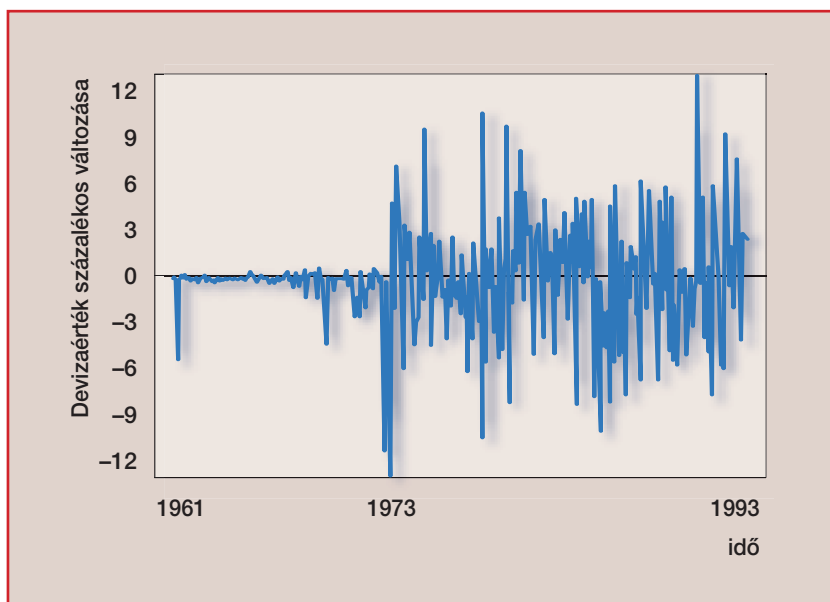
val szembeni kisebbségi érzésre: a tárgy annyira bonyolult, hogy amikor ma a fizika hasonlóan bonyolult problémákkal találja szembe magát, maga is feladni kényszerül a newtoni természetleírás standardjait.

Mindemellett a fizika éppenséggel lekötöttséget is érezhetne a közgazdaságtannal szemben: kevesen tudják, hogy amikor J. C. Maxwell az 1870-es években kidolgozta a **kinetikus gázelméletet**, akkor – a gázt alkotó hatalmas számú részecske newtoni típusú leírásának lehetetlenségét felismerve – tudatosan, történelmi olvasmányai hatására fordult a társadalmi folyamatok jellemzésére korábban kidolgozott statisztikus módszerekhez. A társadalomtudomány és a statisztikus fizika kapcsolata tehát már ez utóbbi születésének pillanatában is fennállt.

A két tudományág közti korai kapcsolatok másik érdekes példája a tőzsdei árfolyamingadozások és spekuláció Louis Bachelier által kidolgozott korai elmélete, amely már 1900-ban matematikailag korrekt leírást adott a véletlen bolyongás problémájára. Ugyanezt a modellt dolgozta ki Einstein a folyadékban **Brown-mozgást** végző kolloidrészecske mozgásának leírására – Bachelier-től függetlenül, de öt évvel később. (Igaz, hogy Marian Smolu-

*A hegyvidékek szaggatott
kontúrájában (és egy sor egyéb,
a természetben előforduló görbé-
ben) könnyű felismerni a piaci
idősorokkal való rokonságot.
Ezekre a görbékre az jellemző,
hogy sehol nem tudunk érintőt
húzni hozzájuk*





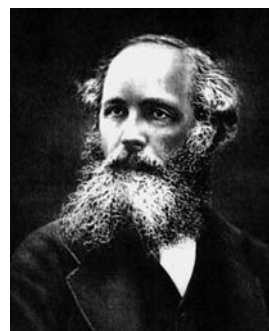
Deviza-árfolyamingadozás az 1960–1970-es években. Az USD/DEM árfolyam-ingadozásai világosan mutatják az 1973 körül hatalmasan megerősödő ingadozásokat

chowski lengyel fizikus pár évvel még Bachelier-t is megelőzte.) Benoît Mandelbrot az 1960-as években az árfolyamok tüzetes vizsgálatával jutott arra a következtetésre, hogy a Brown-mozgás mégsem ad egészen pontos modellt a tőzsdei ármozgásokra. Ez a felismerés a pénzügyekben ugyan csak jóval később vált általánosan elfogadottá, de közben Mandelbrot számtalan természeti jelenségben mutatta meg hasonló törtémenziós objektumok fellépését, és ezzel a **fraktál**geometria apostolává vált.

Végül a pénzpiacok fejlődéséről kell pár szót szólnunk. A pénzügyi matematikában az 1970-es évek elejétől kezdődően megjelentek a véletlen folyamatok elméletének legbonyolultabb eszközei. A felhasznált apparátus színvonalát tekintve a pénzügyelmélet vezető fejezetei mára elérik a statisztikus fizika kurrens problémáinak szintjét. A drámaian megnövekedett matematikai igényességnek megvan a maga oka, ennek részletes elemzésébe itt nem mehetünk bele, csupán néhány tényező futó említésére szorítkozom.

A második világháborút követő újjáépítési periódus hosszan tartó és intenzív gazdasági fellendülést hozott, ami a világon mindenütt erőteljes szabályozásnak alávetett bankrendszerben a biztonság illúzióját keltette. Az 1970-es évek elejétől kezdve azonban a rögzített devizaárfolyamok rendszerének összeomlása, az első olajválság és egy sor más tényező az árfolyamok, a nyersanyagárak és a kamatlábak példátlan ingadozásait indították el.

A pénzügyi világ hirtelen vadul ingadozó sztochasztikus folyamatok terepévé vált. A megnövekedett kockázatok kivédésére indult meg 1973-ban Chicagóban az első opciós piac, és az opciók racionális árazására jelent meg ugyanebben az évben a később Nobel-díjjal jutalmazott Black–Scholes-képlet, mely a **sztochasztikus** folyamatok elméletének első alkalmazása volt a pénzügyekben. A következő évtizedek az úgynevezett **származtatott ügyletek** robbanásszerű elterjedését hozták magukkal, ezeknek a sokszor elképesztően bonyolult eszközöknek a kidolgozása, árazásuk és alkalmazásuk nem képzelhető el igen fejlett matematikai módszerek nélkül, amelyek közé az idők folyamán bekerültek a nagy skálájú számítógépes szimulációk is.



James Clerk Maxwell, az elektrodinamika és a kinetikus gázelmélet megalkotója

Maxwell, James Clerk
(1831–1879):

angol fizikus. Londonban és Cambridge-ben tanított. Thomson mellett Anglia legkiválóbb matematikai fizikusa volt. Nagyszámú és igen jelentős dolgozatai a mechanikai hőelméletre és különösen a kinetikus gázelméletre, valamint az elektrodinamikára vonatkoznak, melynek elméleti tárgyalásában úttörő volt.

Ezek a fejlemények a matematikában és a számítástechnikában magas szinten képzett munkaerő tömeges alkalmazását eredményezték a pénzvilágban.

Felmerülhet a kérdés: a matematikusok és informatikusok mellett vajon miért találhatják a bankok előnyösnek a fizikusok alkalmazását is? Ennek a kérdésnek a megvitatása is messzire vezetne, itt meglegszem annak a feltevésnek a megfogalmazásával, hogy a valóság (és nem az elméleti feltevések) tisztelete, a matematikai eszközök széles skálájának hajlékony alkalmazása, a fokozatos megközelítéseket használó gyakorlatiasság, a modellépítésben és szimulációkban való jártasság, vagyis a fizikusok képzés világszerte elterjedt eredményei teszik a fizikusokat alkalmassá arra, hogy számukra egészen új, komplikált problémákhoz, így a pénzügyi problémákhoz is a siker reményében nyúlhassanak hozzá. Akár igaz ez a feltevés, akár sem, az mindenesetre tény, hogy a származtatott ügyletekkel vagy a kockázatkezeléssel foglalkozó professzionális pénzügyi konferenciák meghívott előadóinak 30–35 százaléka fizikusként kezdte a pályáját, közülük sokan még csak nem is rögtön az első fokozat megszerzése után, hanem az eredeti szakmájukban befutott sikeres karriert követően tértek át az új pályára. Az elmondottakból természetesen nem következik, hogy a kvantumtérelméletben vagy a kísérleti szilárdtestfizikában szerzett doktorátus minden további nélkül alkalmassá tenne valakit a pénzügyi kockázatok kezelésére, de a tapasztalat azt mutatja, hogy a szükséges közgazdasági és pénzügyi ismeretek viszonylag rövid (pár hónaptól két évig terjedő) idő alatt megszerezhetők, és a piac a jelek szerint hajlandó ezt a korlátos betanulási időt elfogadni.

A bank szerepe



A Magyar Nemzeti Bank
homlokzata

A mindennapi tapasztalatok és a közbeszéd egyaránt azt mutatják, hogy a bankok gazdasági szerepét illetően meglehetősen tájékozatlanság uralkodik a társadalomban. Vessünk tehát egy pillantást erre a kérdésre. Három fontos funkcióról kell említést tennünk:

-) a bankok begyűjtik a társadalom megtakarításait és kihelyezik befektetés céljára. A bankrendszer tehát speciális piacként működik, ahol a megtakarítók és hitelfelvevők egymásra találhatnak. A bankok viselkedésének megértéséhez alapvetően fontos szem előtt tartanunk, hogy a bank harmadik fél pénzt adja kölcsön; amikor valamilyen kölcsönkérelmet „szőrösszívűen” elutasít, a betétesek érdekeit védi;
-) a bankok a kockázatokat is elosztják. A kölcsönnyújtás mindig kockázattal jár; egy nagy professzionális szervezetnek – ahol a gazdasági helyzet és a kockázatok elemzésére külön szakértői csapatokat alkalmaznak, ahol óriási piaci tapasztalat gyűlik össze, és ahol szükség esetén rendelkezésre áll a teljes jogi apparátus a veszélybe került követelések érvényesítésére – sokkal több esélye van a kockázatok csökkentésére, mintha magunk akarnánk közvetlenül kölcsönadni vagy a késlekedő adóst fizetésre készíteni;
-) a bankok harmadik nyilvánvaló szerepe a pénzforgalom lebonyolítása.

A pénzügyi közvetítőrendszer minél tökéletesebb működése elsőrendű társadalmi érdek: a hibák jelentős gazdasági zavarokat okozhatnak, a megtakarítások felelőtlen kezelése vagy elsikkasztása a kisbefektetők tízezreit hozná lehetetlen helyzetbe. Ezért a bankszektor működésének a szabályozása már több mint százharminc éve elkezdődött a viktoriánus Angliában, de hosszú ideig megmaradt nemzeti keretek között. Az utóbbi évtizedekben a határon egyre inkább átnyúló pénzügyi tevékenység és a nemzeti szabályozórendszerek különbségeivel visszaélő néhány bank botránya felkeltette a pénzügyek átfogó nemzetközi szabályozásának igényét. A szabályozás nyilvánított célja a kisbefektetők (korlátozott) védelme, az egész rendszer stabilitásának a biztosítása, valamint az egyöntetű versenyfeltételek megteremtése volt.

Egy jövőző nemzetközi egyezmény előkészítésére a bázeli székhelyű Bank for International Settlements (BIS, az egyes országok központi bankjai közötti elszámolást bonyolító bank) szakértői bizottságot küldött ki. A **Cooke-bizottság** nem valamiféle mély elméleti megfontolások alapján alakította ki ajánlásait, hanem a világ harminc–negyven vezető bankjának a gyakorlatát vette iránymutatónak. Arra a következtetésre jutottak, hogy a bankrendszer stabilitásának az a feltétele, hogy a bankok a (korrigált) mérlegfőösszeggel arányos saját tőkét tartalékoljanak. Ennek a saját tőkének az arányára hüvelykujj-szabályként a 8 százalékot jelölték meg. Ez a 8 százalék azóta valamiféle mágikus jelentőségre tett szert, noha semmiféle elméleti érv nem szól amellett, hogy a saját tőke, annak is éppen az így meghatározott mértéke garatálná leghatékonyabban a bankrendszer biztonságát.

A Cooke-bizottság ajánlásai képezték az 1988-as Első Bázeli Tőkeegyezmény alapját. Az egyezmény hatálya eredetileg csak a legfejlettebb tőkepiaccal rendelkező tizenkét országra terjedt ki (Amerikai Egyesült Államok, Nagy-Britannia, Német Szövetségi Köztársaság, Japán, Franciaország, Olaszország, Belgium, Hollandia, Kanada, Svájc, Svédország és Luxemburg), de igen hamar globális szabályozássá vált, ma a csatlakozó államok száma jóval meghaladja a százat.



A Bank for International Settlements és a Bázeli Bizottság székhelye

Cooke-bizottság:

az első Bázeli Tőkeegyezmény előkészítésére kiküldött szakértői bizottság.

Banki kockázatok

A továbbiakban vázlatosan áttekintjük azokat a főbb kockázatokat, amelyek a tőkeszabályozásban nevesítve szerepelnek. Ezek korántsem merítik ki a bankok által viselt valamennyi kockázatot.

Piaci kockázatok

A piacon szüntelenül ingadozik az értékpapírok (részvények, kötvények) ára, ugyanígy az aranyé, az olajé és más nyersanyagoké is, de ingadozik a devizák egymáshoz viszonyított árfolyama, és mozognak a kamatlábak is. Ezek az ingadozások a bank birtokában lévő különféle eszközöknek, illetve a bank ügyfelekkel szemben fennálló kötelezettségeinek az értékét szüntele-



nül változtatják, kockázatot jelentenek. Az *ingadozások* irányát nehéz (elméletileg lehetetlen) előre látni, mégis léteznek a piaci szereplőknek egy olyan csoportja, amely ezeknek az ingadozásoknak a kihasználásából igyekszik hasznot húzni. A *spekuláns* kifejezésnek elítélő felhangjai vannak, pedig a spekulánsok nélkül, vagyis olyan szereplők nélkül, akik a kockázatokat – természetesen megfelelő nyereség reményében – tudatosan vállalják, egyáltalán nem működhetnének azok a biztosítási, kockázatkezelési technikák, amelyekkel a gazdaság többi szereplője, köztük a bankok is, éppen a saját kockázatukat próbálják csökkenteni. Egyszer-egyszer a bank is felléphet spekulációs szerepben, néha bele is kényszerül ilyenbe, de alapvetően nem ez a feladata, nem spekulációból akar megélni, és tipikusan mindent elkövet, hogy csak a lehető legrövidebb ideig tartson nyitva olyan pozíciókat, melyek ki vannak téve a piaci ingadozásoknak. A piaci kockázatok azonban a legkonzervatívabb politika esetén sem küszöbölhetők ki teljesen, mert egyrészt a piaci ingadozásoknak igen nagy a frekvenciája (a részvényárfolyamok vagy a devizaárfolyamok másodpercenként változhatnak), másrészt a bank kezében lévő eszközök egy része esetleg olyan nehezen értékesíthető, hogy értékük jelentősen módosul, mire meg tud szabadulni tőlük.

A piaci kockázatok kezelése a banki kockázatkezelés messze legfejlettebb területe. Ennek éppen az ingadozások nagy frekvenciája az oka: nagyon sok adat áll rendelkezésre, ezek tanulmányozásából viszonylag megbízható következtetéseket lehetett levonni például az ingadozások természetére nézve, és ez az a terület, ahol a legkifinomultabb modelleket fejlesztették ki. Természetesen nem arra kell itt gondolnunk, hogy a részvényárfolyamok statisztikáját ugyanolyan pontossággal ismerjük, mint – mondjuk a fizikában – a Brown-mozgás (még ha az árfolyam-ingadozások tankönyv-modellje éppen a Brown-mozgás elméletén alapul is), és azt sem állíthatjuk, hogy a kérdésben tökéletes egyetértés uralkodna a szakértők között, mindazonáltal ahhoz képest, hogy itt végső soron egy társadalmi jelenséget próbálunk leírni, ahol laboratóriumi kísérletezésre nincs módunk, s amelyet nagyon sok önálló akarattal, érdeklődéssel és alkalmazkodási képességgel rendelkező ember hoz létre, nos, mindehhez képest igen pontos ismeretekkel rendelkezünk az árfolyam-ingadozások természetét illetően.

Az adatoknak ez a bősége és a módszerek magas fejlettsége magyarázza azt is, hogy miért éppen a piaci kockázatok területét vették elsősorban célba azok a fizikusok, akik a pénzügyekbe behatoltak.

Hitelkockázat

A hitelkockázat tipikusan a banki kockázat legnagyobb komponense, elérheti a teljes kockázat 80 százalékát. Mint már korábban is említettük, ez a kockázat abból adódik, hogy az ügyfelek egy része nem akarja vagy nem képes visszafizetni a felvett kölcsönt, például azért, mert időközben csődbe ment. Az ilyen módon előálló átlagos veszteségekre a bank a kamatrésszel teremti fedezetet, vagyis az általa nyújtott kölcsönre több kamatot szed, mint amennyit a betétekre fizet, ami tulajdonképpen azt jelenti, hogy a nem fizető ügyfelek által okozott veszteséget a fizető ügyfelekkel fizetett meg.



A budapesti Áru- és Értéktőzsde régi épülete

(Hasonló logika működik a biztosításban is.) A kamatrés nagyon nagy mértékben függ az ügyfél megbízhatóságától és gazdasági pozíciójától (kitűnő minősítésű nagyvállalatok a magánszemélyektől beszedett kamatrés töredékét fizetik), az ügyfél által felajánlott biztosítékok (például jelzálog) természetétől és számos más tényezőtől.

A hitelezéssel összefüggő kockázatok csökkentésének és kezelésének alapvető összetevője az adós helyzetének még az ügylet létrejöttét megelőző, esetenként rendkívül alapos elemzése.

A *hitelképesség kontrollja* az egész rendszer sarokköve, hiszen a bank harmadik fél pénzt adja kölcsön. Ahol a bankok nem tudnak hiteles képet alkotni ügyfeleik megbízhatóságáról, ott vagy nem működik a pénzügyi közvetítés, vagy bénítóan nagy a kamatrés.

Az angolszász országokban a nagy gazdálkodó szervezetek hitelképességének vizsgálatát jórészt elvégzik a professzionális minősítő cégek. Az ügyfeleknek a minősítési kategóriák szerinti eloszlása, illetve a kategóriák közötti vándorlásuk a banki hitel**portfólió** fontos jellemzője. A „minősítési kultúra” más piacokon lényegesen kevésbé fejlett, már a német tőzsdei indexet, a DAX-ot alkotó cégek felének sincs minősítése, az úgynevezett feltörekvő piacokon pedig egyáltalán nincsenek minősített cégek. Az a bank, melynek hitelportfóliójában zömmel minősítetlen vállalatok vannak, maga is csak alacsony minősítésre számíthat, ami igen erősen rontja számára a nemzetközi piacokon elérhető feltételeket.

A hitelkockázat csökkentésének másik lényeges összetevője az adós által felajánlott *biztosíték*. A bank persze azt szeretné legjobban, ha a biztosíték értékét garantáltan megőrző, azonnal értékesíthető eszköz lenne. Kedvelt biztosíték a készpénz (például ugyanannál a banknál lekötött betét), a külföldi fizetőeszköz vagy az értékpapír. Sokszor kevésbé likvid eszközöket is elfogadnak, például a lízingelt munkaerőgépet vagy az adós vállalat termékét. Ezek értékét meglehetősen alacsony hányad erejéig számítják be a biztosítékba, hiszen a bankot az adós csődje esetén kevéssé fogja boldoggá tenni a biztosíték fejében lefoglalt exkavátor vagy a bukott konzervgyár után megörökölt kétszáz tonna baracklekvár. Hasonlóan barátságtalanok az ingatlan beszámításának feltételei is, aminek az az oka, hogy az ingatlan-kölcsön tipikusan hosszú, hús-, esetleg harmincéves futamideje alatt hatalmas áringadozások fordulhatnak elő; például recesszióban, amikor az ügyfél a legnagyobb valószínűséggel válik fizetéseképtelenné, a biztosítékul szolgáló ingatlan is könnyen elvesztheti az értékének a felét.

Ha az ügyfél *csőd*-be megy, hitelezői között megindul a hátramaradt értékein való osztozkodás, illetve megkezdődik a biztosítékok értékesítése. Ez a visszaszerzési folyamat esetleg évekig is eltarthat, jelentős energiákat és pénzeket emészt fel, de sokszor nagyon is megéri, mert a befagyott kölcsön jelentős részét meg lehet menteni általa. Ezekkel a kármentő feladatokkal a bankokban specializált részlegek foglalkoznak.

Az ügyfelek minősítése, a biztosítékok értékelése és az ügyfélcsőd esetén elszenvedett tényleges veszteség mérlegelése képezik az alapját a hitelező és az adós között lefolytatott alkúnak, melynek során meghatározzák az ügylet árát és egyéb feltételeit. A hitelezési kockázat elemeinek a vizsgálata kiter-



A Bank of England épülete
Londonban

Portfólió:
pénzügyi eszközök csomagja.



jedt tudomány, melynek a specialistái nagy létszámú csapatokban dolgoznak a bankokban. Az ügyfél hitelképességének megítélése nyilván nem mentes szubjektív elemektől, és hagyományosan erősen függött a bank és az ügyfél személyes kapcsolatától. A szektor fejlődésével, a hitelezés tömegesedésével és elszemélytelenedésével párhuzamosan egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert a szinte automatizált, statisztikai hitelminősítési rendszerek. Amikor a bank irritálóan sok adatunkat firtatja, egy statisztikus sokaság valamelyik osztályában igyekszik elhelyezni bennünket, és azt próbálja eldönteni, milyen feltételekkel nyújthat hitelt nekünk ahhoz, hogy ne bukjon rajta.

Az egyedi ügyfélhez tartozó kockázatok meghatározásával nem ér véget a bank teljes hitelkockázatának a kiértékelése. Az ügyfelek országok, régiók, gazdasági szektorok szerinti eloszlása, egymással való korrelációik és egy sor egyéb tényező döntő módon befolyásolhatja, hogy a hitelportfólió egésze mekkora veszélyeket hordoz magában. Nyilvánvalóan veszélyes, ha a banknak túlságosan nagy a kitettsége egyetlen szektorban, mondjuk a mezőgazdaságban, ahol egy szokatlanul forró és száraz nyár tömeges csődöket okozhat, miközben az itt elszenvedett veszteségeket részben ellensúlyozhatta volna mondjuk az üdítőital-gyártóknak nyújtott hiteleken elért nyereség. Hasonló veszélyt hordoz a hitelportfólió koncentrációja egy látszólag független vállalatokból álló, de közös tulajdonosok által ellenőrzött vállalatcsoportban. A hitelportfólió teljes, **aggregált kockázatát** tehát nagyon erősen meghatározza a portfólió **diverzifikációja**, vagyis a különböző szektorok, régiók stb. szerinti szétterítettség, valamint az egyes elemek közötti korrelációk szerkezete.

A hitelportfólió egészére vonatkozó elméleti modellek sokkal kevésbé kidolgozottak, mint a piaci kockázatokéi, hiszen a releváns események száma itt sokkal kisebb, az időhorizont pedig sokkal hosszabb; ezen a területen viszonylag ritka, de jelentős veszteséget okozó események statisztikájával van dolgunk. Létezik ugyan néhány (négy-öt) széles körben elterjedt és drága szoftverekben megtestesülő alapmodell, de ezek egyike sem igazán meggyőző, és mind eléggé önkényesen próbálja megragadni a korrelációk kérdését. Ezek között a modellek között van olyan, amelyik a felhasznált matematikai eszközök tekintetében meghökkentően hasonlít némely statisztikus fizikai feladat megoldására, ami talán megkönnyítheti a jövőben a fizikusok számára, hogy pénzügyi kalandozásaik során a hitelkockázatok problémakörébe is eljussanak, ahol sokkal nagyobb volumenű kockázatokat és sokkal fejletlenebb módszereket fognak találni, mint az általuk előszeretettel frekvenciált piaci kockázatok esetében.

Mindemellett a piaci és hitelkockázatok nyilvánvalóan nem is függetlenek. A kamatok ingadozása nemcsak a kötvények értékét változtatja meg, hanem átértékeli az egész hitelportfóliót is. Az eddig elmondottakat végiggondolva beláthatjuk, milyen óriási feladat egy akár nem is túlságosan nagy méretű bank tevékenységének, befektetési és hitelezési politikájának az optimális megválasztása.

Aggregált kockázat:
halmozott kockázat.

Diverzifikáció:

itt: a befektetések megosztása
különböző vállalatok, iparágak,
régiók stb. között a kockázat
csökkentésének céljából.

Működési kockázat

A működési kockázatok a bankot fenyegető potenciális veszélyeknek színes sokrát foglalják magukban. Idetartoznak a jóhiszemű vagy tudatos emberi mulasztás okozta károk, a számítógépes rendszerek működési hibái, a szoftverhibák, a csalás és más kriminális tevékenység következményei, és egyáltalán bármi olyan kockázat, ami egy érzékeny és komplikált tevékenységet folytató nagyüzem működése folytán felléphet.

A működési kockázatok vegyes összetétele és némely komponensük modellezésének lehetetlensége miatt alig tudunk valamit arról, hogyan lehetne ezeknek a kockázatoknak a hatását számszerűsíteni. Mindazonáltal mindenki tudja, hogy ezek a működési tökéletlenségek ott vannak a szektorban, és a nemzetközi szabályozás a működési kockázatokhoz is tőkét kíván rendelni biztosítékkul. Ez a tény a területen hirtelen felfokozott aktivitást váltott ki az utóbbi időben, de a dolog természetéből adódóan túlságosan sok racionális javaslat eddig még nem született arra, hogy miképpen lehetne egy heterogén és ritka eseményekből álló, mennyiségileg alig jellemezhető eseménysorozat összesített hatását megfogni.



Rendszerkockázat

A rendszerkockázat nem az egyes bankok kockázata, hanem az egész pénzügyi rendszeré. A globális pénzügyi közvetítőrendszer esetleges összeomlása óriási katasztrófát okozna. Mekkora az esélye annak, hogy egy ilyen katasztrófa bekövetkezzék? Remélhetően nem nagy, de nem hiszem, hogy egzaktnul nulla lenne. A globalizáció kétségtelenül a pénzügyek területén jutott legmesszebb. Mára szinte egyetlen piac alakult ki, a szereplők egy óriási, erősen kölcsönható elemekből álló rendszert alkotnak, melyben minden információ, minden hatás igen gyorsan terjed szét. A rendszer pontos szerkezetét nem ismerjük, s mire feltérképeznénk, már régen megváltozna. A rendszer működését senki nem tudja igazán áttekinteni, modellezése, szimulációja egyelőre meghaladja képességeinket. A pénzügyi szabályozás csak bizonyos komponenseket (bankok, biztosítók, nyugdíjalapok stb.) érint, de a származtatott ügyleteken keresztül a gazdaságban generálódó kockázatok olyan szektorokba is szétterjednek, melyek teljesen kívül esnek a szabályozás látókörén. Mindenesetre a nemzetközi szabályozás legfőbb ambíciója, hogy a rendszerkockázatot csökkentse, lehetőleg kiküszöbölje.

A kockázat mértékei

Az előzőekben sűrűn emlegettük a pénzügyi kockázatot, de nem mondtuk meg, pontosan mit is értünk rajta. Látni fogjuk, hogy a fogalom meghatározása korántsem egyszerű feladat, általánosan elfogadott definíció nem is létezik.

Mindenesetre nyilvánvaló, hogy a kockázat az ügylet kimenetelének bizonytalanságából adódik.



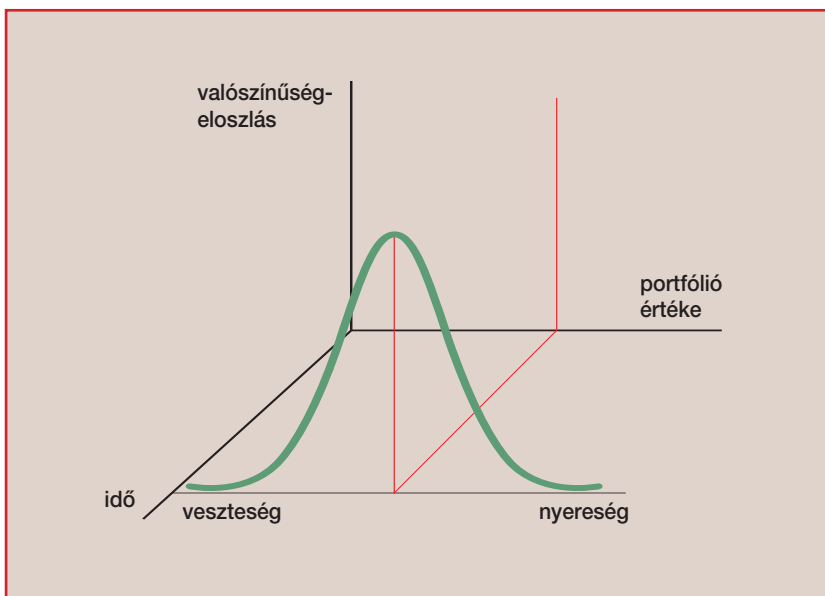
*Nyeresség–veszteség eloszlás.
Adott portfólió értéke a $t=T$ időre
előre tekintve a bemutatott
valószínűségeloszlásnak
megfelelően „folyik szét”*

Normális vagy Gauss-eloszlás:

a leggyakrabban előforduló valószínűségeloszlás. Fő jellemzője, hogy nagyon koncentrált, nagy ingadozások csak elenyésző valószínűséggel fordulnak elő.

Szórás:

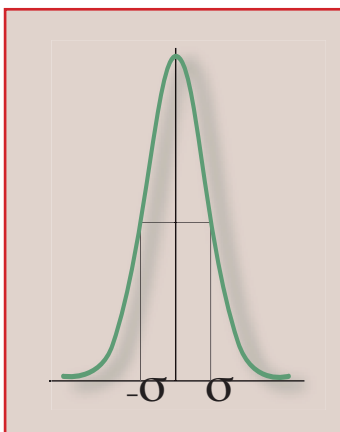
az átlagtól való négyzetes eltérések összegéből vont négyzetgyök, a valószínűségeloszlás „szélességének”, „szétterülésének” egyik jellemzője. Nem minden eloszlásra értelmezhető.



Tekintsük egy konkrét esetet! A $t = 0$ pillanatban vegyünk fel valamilyen kezdeti pozíciót, mondjuk, tartsunk a birtokunkban egy részvéncsomagot. Ennek a kezdeti pillanatban konkrét, az éppen érvényes piaci helyzet által meghatározott értéke van. Az idő múlásával azonban részvényeink értéke megváltozik, bizonyos valószínűséggel nőhet is, csökkenhet is, egy későbbi, $t = T$ pillanatra előre tekintve részvéncsomagunknak nincs fix értéke, csak valamilyen valószínűségeloszlása. Éppen azt a veszélyt éljük meg kockázatként, hogy pozíciónk az adott periódus alatt esetleg veszíthet az értékéből. Ezt a kockázatot szeretnénk mennyiségileg jellemezni.

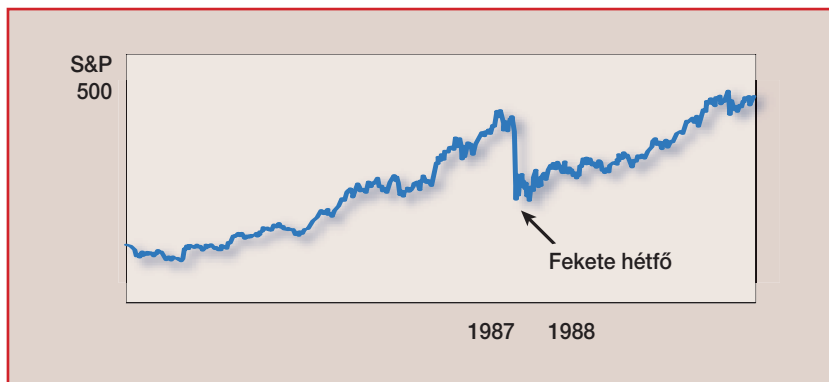
Ha az előző ábrán bemutatott eloszlásfüggvény elég egyszerű (például a tankönyvek kedvenc **normális vagy Gauss-eloszlása**), akkor a kockázat a görbe „szélességével”, a **szórással** (σ , szigma) mérhető. A Gauss-eloszlás legjellemzőbb vonása, hogy az átlagtól erősen (két-három szigmának megfelelő értéknél jobban) eltérő értékek csak igen ritkán fordulnak elő. A valóságos piacokon megfigyelhető eloszlások nem ilyenek, alakjuk nem jellemezhető egyetlen számmal, és a nagy ingadozások gyakorisága lényegesen meghaladja a normális eloszlásból következő gyakoriságot. A nagy ingadozásoknak ezt a viszonylagos túlzott gyakoriságát, vagyis az eloszlásfüggvénynek a normálisnál lényegesen lassabb aszimptotikus esését angolul *fat tail* jelenségnek nevezik, amit magyarra szemérmesen „vastag szélek”-nek fordítunk.

Az 1987. október 19-i Fekete hétfő az egész pénzügyi világ megrázó élményévé vált. Ha a New York-i Tőzsde e napon bekövetkezett több mint 20 százalékos esését egy normális eloszlást követő változó kilengésének akarjuk felfogni, akkor azt kell hinnünk, hogy ezen a napon egy 35-szörös szórásnak megfelelő esemény következett be! A normális eloszlás szerint azonban egy 35 szigmás esemény valószínűsége annyira csekély, hogy az egész Univerzum története sem elég hosszú ahhoz, hogy akár egyetlen alkalommal is megfigyelhessük. A nem is oly ritkán előforduló, anomáisan nagy tőzsdei kilengéseket csak akkor tudjuk értelmezni, ha feladjuk a nor-



A Gauss-féle vagy normális eloszlás és szórása. Az eloszlás erősen koncentráltódik az átlag körüli néhány szórásnyi tartományra, a szórás háromszorosan kívül már csak a teljes súly mintegy három ezreléke található.

mális eloszlás feltevését. Arra, hogy ezt a következtetést tömegesen elfogadja a pénzügyi szakma, csak az 1980-as évek végén, az 1990-es évek elején érett meg a helyzet.



Az ötszáz legnagyobb amerikai vállalat részvényeiből álló portfólió (S&P 500) értékének alakulása az 1980-as években. Jól látható az 1987. október 19-i hatalmas zuhanás (a Fekete hétfő)

Ha viszont a normális eloszlást elvetjük, ezzel egyszersmind lemondunk a szórásról is mint a kockázat mértékéről, hiszen egy vastag szélű eloszlást biztosan nem jellemez kimerítően a szórása. A pénzügyelmélet minden alapvető fejezete (a **derivatívák** árazásának elmélete, a racionális portfólióválasztás és a **tőkeallokáció** elmélete stb.) a normális statisztika feltevésére alapul. Amikor elfogadjuk a normális eloszlás trónfosztását, egyszersmind elismerjük a kvantitatív pénzügyelmélet teljes revíziójának a szükségességét is. Az új leírás nem lesz olyan elegáns és egyszerű, mint a régi volt: eleinte *ad hoc* módszerek bukkannak fel, elkerülhetetlenek a közelítő megoldások és numerikus módszerek, és megjelennek a számítógépes szimulációk – egyszóval az egész elmélet olyan lesz, mint bármely komplikált, heterogén, erősen kölcsönható rendszer leírása.

Most visszatérünk a kockázati mértékek kérdéséhez. A szórás helyettesítésére az egyik vezető bank (J. P. Morgan) kutatócsoportjának javaslatára a szakma a kockázatot értéket (*value at risk*, általánosan használt rövidítéssel *VaR*) fogadta el a kockázat mérőszámának. A T időhorizonthoz és p megbízhatósági szinthez (mondjuk a 95 százalékhoz vagy a 99 százalékhoz) tartozó *VaR* az az érték, melynél (abszolút értékben) nagyobb veszteség T időhorizonton csak $1-p$ valószínűséggel következik be. Ezt a küszöbértéket tüntetjük fel a következő ábrán, ez az a korlát, amelytől balra az eloszlásfüggvény alatti terület $1-p$.

A *VaR* kétségtelenül rendelkezik vonzó tulajdonságokkal. Először is, a szórással szemben, mely azt jellemzi, hogy a maximum körül (mindkét irányban) mennyire van elkenve az eloszlásfüggvény, a *VaR* kifejezetten a veszteségekre koncentrál, ami teljesen logikus, hiszen a kockázat fogalmával nem a váratlan nyereségekkel szembeni érzelmeinket kívánjuk megragadni. Másrészt a *VaR*-nak közvetlen jelentése van a bankár számára: az az állítás, hogy egy portfólió összetételét sikerült úgy beállítani, hogy a *VaR*-ja egynapos horizonton és 99 százalékos **konfidenciaszinten** 100 millió forint legyen, egyenértékű azzal, hogy 100 nap közül 99 napon a portfólión elszennvedett veszteségek nem fogják meghaladni a 100 millió forintos szintet. Ugyanez persze úgy is megfogalmazható lenne, hogy 100 nap közül lesz

Derivátiva:

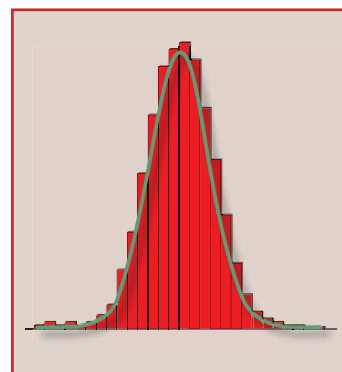
származtatott ügylet.

Allokáció:

felosztás, szétoztás.

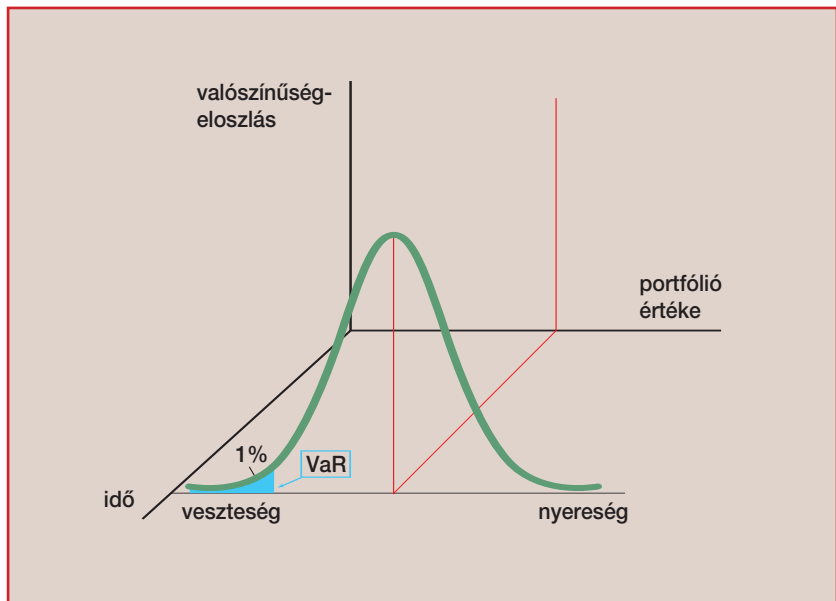
Konfidenciaszint:

ebben az esetben megbízhatósági szint, az a valószínűség, mellyel egy adott küszöbértéket meg nem haladó veszteségek egy portfólió értékingadozásaiban megvalósulnak.



Hisztogram Gauss-illesztése. Árfolyam-ingadozás illesztése normális eloszlással. Jól látható, hogy – különösen a veszteségoldalon – a nagy ingadozások gyakorisága lényegesen meghaladja a normális eloszlás által adott értéket

Kockázatos érték. A kockázatos érték (VaR) az a veszteségküszöb, melynél nagyobb veszteségek egy megadott (például 1 százalékos) valószínűséggel következnek be



egy, amikor a veszteségek legalább 100 milliót fognak kitenni, de érdekes módon a VaR definíciójának ezt a pesszimista hangulatú változatát ritkán használják.

Egyetlen veszteségi küszöb természetesen nem tartalmaz túl sok információt az eloszlásfüggvény részletes menetéről. A 100 milliós VaR-jal jól összeférhet egy olyan hosszabb szakasz, amikor a veszteség ismételt naponta 80 millió körül alakul. A 100 milliós VaR ugyancsak teljesen nyitva hagyja azt a kérdést, hogy azon a bizonyos szomorú napon mekkora lesz a „legalább 100 millió veszteség” tipikus értéke. Könnyű belátni, hogy ha az eloszlásfüggvény gyorsan esik a nagy veszteségek tartományában (mint például a normális eloszlás), akkor a 100 millió küszöb fölötti veszteségek tipikusan alig haladják meg a küszöbértéket, míg ha az eloszlás vastag szélű, akkor a tipikus veszteség a küszöb többszörösét is kiteheti. Emlékeztetek arra, hogy a pénzügyekben előforduló eloszlások gyakran vastag szélűek.

A VaR gyors és fényes karriert futott be. Elterjedt a szakmában, tankönyvet írtak róla, bekerült a kockázatkezelő szoftverekbe, sőt a szabályozásba is. A tanácsadó cégek borsos árú tanfolyamokon oktatták ki a bankárokat a VaR mibenlétéről. A VaR természetesen a normális eloszlásra is kiszámítható, s minthogy ennek alakját az egyetlen rendelkezésre álló paraméter, a szórás határozza meg, a normális eloszlás esetében a VaR egy szorzótól eltekintve megegyezik a szórással. Így hát a bankárok megtanulták, hogy a VaR sokkal jobb a szigmánál, mert egyenlő annak 1,65-szorosával. (Az 1,65-ös szorzó a 95 százalékos VaR-hoz tartozó érték.)

A pénzügyelmélet egyik alapfeltevése szerint minél nagyobb egy befektetési eszköz hozama, annál nagyobb a kockázata is. (Jó lenne, ha ez a hír eljutna a piramisjáték-szervezők és csaló brókerek leendő áldozataikhoz.) Biztonságos befektetést nem nehéz találni: mondjuk, amerikai kincstárjegyet kell vásárolni. Ennek azonban nagyon alacsony lesz a hozama, ez idő szerint például két éves futamidőre évi 1,8 százalék (miközben az inflációs ráta ma az Egyesült Államokban 1,7 százalék). Ahogy portfóliónkat államköt-

vényekből, vállalati kötvényekből, részvényekből, devizákból, ingatlanjegyekből, nemesfémekből stb. felépítjük, ezeknek a különböző eszközöknek a relatív súlyát megválasztva meghatározhatjuk a portfólión (a múltbeli ingadozások alapján számolt átlagos) elérhető hozamot, de egyszersemind a portfólió kockázatát is. Értelmes optimalizációs célként nem tűzhetjük magunk elé a portfólió hozamának feltétlen növelését, csakis azt, hogy egy adott kockázati szinten maximalizáljuk a hozamot, vagy fordítva, adott elvárt hozam mellett a súlyok megválasztásával igyekszünk minimalizálni a kockázatot. Az optimalizáció során használt kockázati mértéktől döntő módon függhet az eredmény. Ezért a helyes kockázati mérték megválasztása korántsem ártatlan elvi kérdés.

A befektetésekre vonatkozó döntéseken túlmenően a kockázati mérték alapvető szerepet játszik annak a megítélésében is, hogy egy adott bank portfóliója mennyire biztonságos: szerte a világon a bankok százai jelentik minden délután a felügyelő hatóságuknak a VaR-mérték alapján számolt piaci kockázatukat, illetve az ehhez tartozó tőkekövetelményt. Azt, hogy a bankrendszerben elegendő mértékű tőke áll-e rendelkezésre, az éppen használatos kockázati mérték, pillanatnyilag a VaR alapján ítélik meg. Globális szinten a kockázatosított érték tehát a pénzügyi intézmények biztonságának a mércéje.

E grandiózus szerepét tekintve igazán csak sajnálkozhatunk, hogy a VaR kockázati mérőszámának nem alkalmas. Azért nem alkalmas, mert nem rendelkezik azzal a matematikai tulajdonsággal, melyet minden helyesen megválasztott kockázati mértéknek teljesítenie kell: nem konvex. A konvexitás követelménye a korábban már emlegetett diverzifikációs elvből következik: a befektetés megosztása különböző pénzügyi instrumentumok között általában csökkenti, de semmiképp nem növeli a kockázatot. A VaR azonban egy adott valószínűséghez tartozó veszteségi küszöb, és két különböző pénzügyi eszköz veszteségi küszöbéből semmilyen következtetést nem lehet levonni a kettőjük összegéből álló portfólió veszteségi küszöbére vonatkozólag. Ha egy portfólió VaR-ja 100 millió, egy másik (különböző összetételű) portfólió VaR-ja pedig 200 millió, akkor a kettő egyesítéséből keletkező portfólió VaR-ja 300 milliónál kevesebb is, több is lehet, a VaR semmiféle koherens viselkedést nem mutat a portfóliók aggregációjánál. A VaR ezért egy olyan hőmérőhöz hasonlít, melynek mutatója fel-le mászkál, miközben a szobát egyre nagyobb teljesítménnyel fűtjük. Az ilyen hőmérőre alapozott termosztát mellett igen sokba kerülhet a fűtés, de kis balszerencsével a kázn is felrobbanhat.

Az elmúlt néhány évben akadémiai körökben egyre több oldalról érte bírálat a VaR-t mint kockázati mértéket. Egymástól függetlenül legalább féltucat kutató, illetve kutatócsoport tett javaslatot olyan kockázati mértékek bevezetésére, melyek kiküszöbölnék a VaR legnyilvánvalóbb hibáját, a konvexitás hiányát. Ma a tudományos szempontból legelfogadottabb mértékcsalád az úgynevezett *koherens mértékek* osztálya. Ennek legegyszerűbb képviselője a feltételes VaR (*CVaR*). Jelentését igen egyszerű megérteni: a VaR-nak megfelelő küszöbön túli veszteségek átlaga. Nyilvánvaló, hogy sokkal ésszerűbb a kockázatot valamilyen küszöbön túli tipikus vesz-





teségekkel jellemezni, mint pusztán magával a küszöbvel, különösen akkor, ha tudjuk, hogy a küszöbön túl még igencsak gyakran fordulhatnak elő nagy ingadozások. Mindemellett a CVaR rendelkezik a kockázati mértékektől minimálisan elvárható konvexitással is, ugyanakkor általában olyan kevés adat áll rendelkezésre a meghatározásához, hogy igen nagy a mérési hibája.

A koherens mértékek ma még alig hatoltak el a gyakorlati szakemberek tudatáig. Talán egy vagy két olyan szoftverről tudunk, melyek a megszokott kockázati jellemzők mellett, mintegy ráadásként, a CVaR-t is meghatározzák. A VaR-tól nehéz lesz megszabadulni. Beleépült a banki számítástechnikai rendszerekbe, a napi rutinba, a szabályozásba, legfőképpen pedig a fejekbe. Amíg velünk marad, egy némileg szeszélyesen működő műszerrel mérjük a bankrendszer biztonságát. Ez is egyik összetevője a globális rendszerkockázatnak.

A kockázat kezelése

Miután megbeszéltük, milyen típusú kockázatok lépnek fel a bankokban és milyen mérőszámmal jellemezhetjük őket, térjünk át annak megbeszélésére, mi módon tudjuk kordában tartani vagy csökkenteni ezeket a felismert kockázatokat. A hitelkockázat tárgyalásánál már előkerült az egyik kockázatkezelési kulcsfogalom, a *diverzifikáció*.

A befektetések megosztása, szétterítése általános érvényű kockázatkezelési elv. A jól diverzifikált portfólió egyes elemein elszenvedett veszteséget más elemeken elért nyereség egyenlíti ki. A portfóliók elmélete egyike a pénzügyi elmélet oszlopainak, kidolgozásáért 1990-ben Harry Markowitz Nobel-díjat kapott.

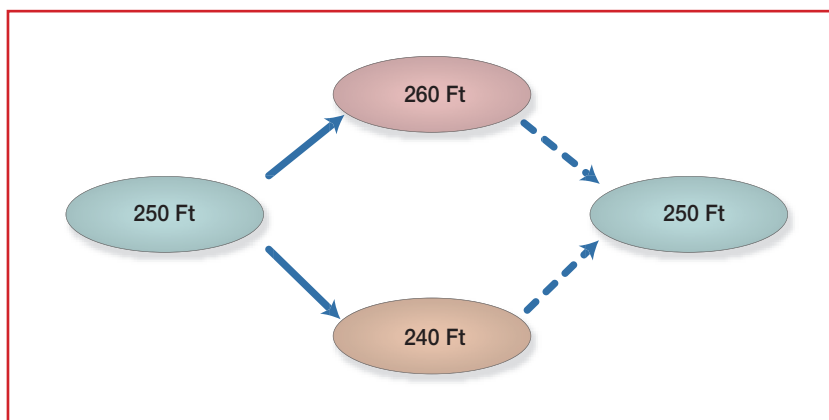
A kockázatok féken tartásának régi, jól bevált eszközei a *limitek*. Ezek az egyes munkatársak, azok csoportjai, egész osztályok, üzletágak stb. által köthető ügyletek nagyságát korlátozzák.

Világos, hogy itt az egymásba skatulyázott korlátok egész rendszeréről van szó. Egy következetes, biztonságot nyújtó, ugyanakkor a kereskedést főlegesen nem korlátozó limitrendszer felállítása korántsem egyszerű feladat. Itt ismét beleütközünk a kockázati mérték kérdésébe: ha a mérték nem konvex, lehetetlen következetes limitrendszert szerkeszteni, mert abból, hogy a korlátokat például az egyes **traderek** szintjén mindenki betartja, nem fog automatikusan következni, hogy az egész csoport is be fogja tartani.

A kockázatkezelés leghatékonyabb eszközei közé tartoznak a különböző *származtatott termékek*. Ezek különféle biztosítási technikák formájában már hosszú ideje léteznek a pénzügyekben, az újdonságot intézményesülésük, hatalmas piacokká szerveződésük jelenti. Ma a származtatott termékeknek fantasztikusan gazdag választéka létezik a nagy nemzetközi tőzsdéken. Pusztán leírásuk is nyilvánvalóan meghaladná az itt rendelkezésünkre álló kereteket, ezért éppen csak legegyszerűbb változataik futó említésére szorítkozunk.

Trader:
kereskedő, üzletkötő.

Ha, mondjuk, az európai piacra exportálok, és három hónap múlva egymillió eurós bevételem esedékes, akkor van okom a forint esetleges megerősödésétől tartani. Ha ma, mondjuk, az árfolyam 250, és három hónap alatt 240-re mozdul el, akkor a remélt bevételnél tízmillió forinttal kevesebbet kapok majd a millió euróért. Elképzelhető azonban, hogy van olyan üzleti partnerem, aki éppen a forint gyengülésétől fél, szerinte az árfolyam három hónap múlva 260 körül lesz.



Az euró árfolyamának elképzelt alakulása

Mindkettőnk számára vonzónak tűnhet az árat előre rögzíteni, és megállapodni mondjuk abban, hogy a három hónap elteltével a ma rögzített, mondjuk 250 forintos áron megveszi tőlem az egymillió eurómat. (Az árat akármilyen más értéken is rögzíthetnénk, a feltételezett jelenlegi ár előrevezetése csupán a példa elemzését könnyíti meg.) Ha az én várakozásom teljesül, és az euró 240 forintra mozdul el, akkor megmenekülök a tízmillió forintos veszteségtől, ám partnerem rosszul jár, mert a tőlem kapott egymillió eurót csak 240 millióért fogja tudni beváltani, miközben nekem 250 milliót kell kifizetnie. Fordítva, ha az ő várakozása jön be, akkor 250 millióért veszi meg tőlem az egymillió eurót, amit aztán rögtön továbbadhat 260 millióért, én pedig elesem a tízmillió forintnyereségtől.

Az ilyen típusú **határidős ügyletek** ma szervezett piacokon zajlanak, ahol szabványosított tételekben és határidőkre lehet üzleteket kötni a legváltozatosabb termékekre, és ezek a kötések menet közben is bármikor továbbadhatók, az árfolyam tényleges alakulásától függően emelkedő vagy csökkenő áron. A megkötött szerződések teljesülését *kötelező letétek* garantálják, melyek összege szintén az árfolyam alakulásától függően változik. A letétek mértéke azonban nem túl magas, így az ügyleten jelentős **tőkeát-tétel** érvényesül; a határidős piacra viszonylag szerény összeggel is be lehet lépni.

A határidős ügyleten az egyik vagy másik fél az árfolyam-elmozdulással arányos mértékben szükségképpen veszít. Az **opciók** kiküszöbölik ezt a veszélyes vonást. Az *opciós szerződéssel* ismét egy jövőbeli árat rögzítünk, de az előbbi példánknál maradván most csak jogot, de nem kötelezettséget vásárolunk arra, hogy a millió eurómat három hónap múlva 250 forintos árfolyamon eladjam. Ha az ár ellenem mozdul, vagyis a forint erősödik, akkor élni fogok a joggal, és a szerződésben kikötött 250 forintos árfolyamon értékesí-

Határidős ügylet:

a származtatott termékek egyik fajtája. Megállapodás valamely áru, értékpapír vagy egyéb pénzügyi eszköz megvásárlására, illetve eladására az ügylet megkötésekor rögzített áron, de későbbi teljesítéssel.

Tőkeáttétel:

itt: a határidős ügylet volumene és a biztosítékként elhelyezett letét közötti arány. A fogalomalkotás az emelőkre utal, melyek segítségével az áttételi viszonytól függően kis erővel nagy terhet tudunk megemelni.

Opció:

a származtatott ügyletek egyik fajtája. Alapesetben valamely áru, értékpapír vagy egyéb pénzügyi eszköz megvásárlására vagy eladására vonatkozó jog meghatározott jövőbeli időpontban, de az ügylet megkötésének pillanatában rögzített áron. A jog megszerzéséért meghatározott opciós díjat kell fizetni.



A Wall Street

Hitelderivatíva:

hitelekre vonatkozó származtatott ügylet.

tem az exportbevételtem, ahelyett hogy elszenvedném a tízmillió forintos veszteséget. Ellenben ha a forint mégis gyengül, akkor nem leszek köteles 250-ért eladni az eurót, hanem kimegyek a piacra és értékesítem 260 forintos áron. Világos, hogy ezt a jogot nem adják ingyen, az opcióért a szerződés megkötésekor ki kell fizetni egy meghatározott árat. Ennyi veszteségem tehát mindenképpen lesz, de ez csak ugyanaz a helyzet, mint akármely biztosításnál: ha nem ég le a ház, akkor elbukjuk a biztosítás összegét, amin azért nem szoktunk keseregni.

Black, Scholes és Merton óriási teljesítménye abban állt, hogy 1973-ban megtalálták az opciók ésszerű árazására vonatkozó képletet, amivel elindították a matematikai pénzügyek forradalmát. A racionális árhoz vezető megfontolás kulcseleme az a felismerés, hogy az eladó az opciós jogért beszedett árat befektetheti, egy részét beteheti a bankba, másik részéből pedig bevásárolhat abból a termékből, melyre a szerződés vonatkozik, és az árfolyam alakulásától függő dinamikus kereskedéssel teljesen kiküszöbölheti a maga kockázatát. A kockázat teljes kiküszöbölése természetesen csak egy ideális világban lenne lehetséges, ahol az alaptermékkel való kereskedés végtelen finom lépésekben, végtelen gyakran, de tranzakciós költségek nélkül volna lebonyolítható. Kiderült, hogy az opció eladójának a kockázata megint csak a normális eloszlás világában tűnethető el tökéletesen, bármilyen valóságos piacon megmarad valamennyi maradék kockázat, ami az árakat valóban el is téríti a Black–Scholes-képlettől. Az árfolyam-ingadozások statisztikájának a normálistól való eltérése az opcióárazás elméletét is revízióra kényszerítette, ebben a munkában számos fizikus talált hálás témát magának.

A kockázatkezelés ma a fantasztikusan bonyolult származtatott termékek egész arzenálját használja. Viszonylag újabb fejlemény a **hitelderivatívák** elterjedése, melyek révén a hitelezési kockázatot lehet csökkenteni vagy teljesen áthárítani a gazdaság más szereplőire.

A hitelportfólió elemeiből összeállított csomagok eladása, illetve a hitelderivatívák tették lehetővé a nagy nyugati bankok számára, hogy hitelportfóliójukat, egyszersmind a vele járó tőkekövetelményt is jelentősen csökkentsék, ami a szabályozásnak sok fejtörést okoz.

Az új tőkeegyezmény

Az Első Bázeli Tőkeegyezmény igen kevésbé differenciált szabályrendszere számos kritikát kapott. Az 1996-os módosítás a piaci kockázatok tőkekövetelményét ki is vette az általános hüvelyujj-szabály hatálya alól, és finomabbnak, kockázatterékenyebbnek szánt modellt vezetett be; sőt, azt is megengedte, hogy az elegendően fejlett pénzintézetek a szabályozásban leírt úgynevezett *standard modell* helyett *saját modellt* állítsanak fel a maguk számára. Ezt természetesen ellenőriztetniük és engedélyeztetniük kell a felügyelő hatóságokkal, de azok jóváhagyása és a saját modell kielégítő működése esetén tőkekövetelményüket ennek a saját modellnek az alapján határozhatják meg – egy apró kis módosítással. A módosítás abban áll, hogy a

saját modellből kapott eredményt automatikusan meg kell szorozniuk hármossal, és az így kapott összeg lesz a **szabályozói tőke** megkövetelt értéke: az önállóságnak ára van. A saját modellhez kapcsolt hármass „büntetőszorzó” nem igazán növelte meg a saját modellek kifejlesztése iránti vágyat Európában, Magyarországon még kevésbé.

Ennek a hármasszorzónak külön története van. Az amerikaiak, akiknek az egész filozófiájában nagyobb teret kap a hatékonyság és önállóság bátorítása, eleve helytelenítették bármiféle szorzótényező bevezetését a saját modellekkel kapcsolatban, míg a központi szabályozásba vetett hittől ihletett európaiak, különösen a németek még magasabb, ötös szorzót éreztek volna elegendően „elrettentőnek”. Ennek a két számnak, az amerikaiak egyes és a németek ötös szorzójának az átlagaként került be a szabályozásba a hármasszorzó. Az Egyesült Államokban egyébként egyetlen bank sem használja a standard modellt.

Mindenki, szabályozók és szabályozottak egyaránt egyetértenek abban, hogy az első tőkeegyezmény a hitelkockázati oldalon (is) alapos revízióra szorul: a bankok hajlékonyabb, kockázatérzékenyebb szabályozást akarnak, a szabályozók pedig bátorítani kívánják a fejlett kockázatkezelési módszerek terjedését. Az új szabályok megalkotására irányuló erőfeszítések évek óta tartanak. A Bázeli Bizottság egymást követő testes konzultációs dokumentumokban (az egyik 540 oldalt tett ki) fogalmazza meg javaslatait, és az előzetes nemzetközi hatásvizsgálatoknak több fordulója zajlott már le. A javaslatokat az érintettek és az akadémiai szféra képviselői széles körben vitatják, az észrevételeket a bizottság igyekszik figyelembe venni és beépíteni a kialakuló szabályrendszerbe. Az új egyezmény idén éri el végleges alakját, hatálybalépítését 2006–2007 fordulója tájára tervezik. A bankoknak addig is óriási feladataik vannak, hatalmas mennyiségű adatot kell évekig gyűjtögetniük, és jelentős mértékben át kell szervezniük egész informatikai rendszerüket. Jelentős feladatok várnak a felügyelekre is.

Már említettük, hogy a szabályozás fő célja a kisbefektetők korlátozott védelme, a stabilitás fenntartása és az egyenlő versenyfeltételek megteremtése. Mindemelllett a bizottság szeretné elérni, hogy a rendszer 8 százalékos tőkésítettsége, ha ezentúl nem is minden bankban külön-külön, de az egész iparág átlagában fennmaradjon.

Az új szabályok bevezetése nem lesz olcsó mulatság, mert az eredeti szándékoktól eltérően az új szabályrendszer eléggé bonyolultul sikeredett. Múlt év elején az Egyesült Államok úgy döntött, hogy az új szabályt csak a nemzetközi piacokon érdekelt tizenegy legnagyobb bankja számára teszi kötelezővé, míg Európa, saját politikai ösztöneinek megfelelően, minden bank számára előírja az új egyezmény betartását.

Az új tőkeegyezmény három fő komponensből fog állni, melyeket enyhé képzavarral három pillérként emlegetnek:

- › a tőkekövetelményt meghatározó szabályoknak,
- › a felügyelet kiterjesztett feladatainak,
- › és a nagyobb piaci fegyelmet kikényszerítő, megnövelt transzparencia követelményeinek a leírásából.

Szabályozói tőke (tőkekövetelmény):

a jogszabály vagy a szabályozó hatóság által megállapított mértékű tőke a bank kockázatainak fedezésére.



A New York-i tőzsde épülete



Schmidt, Helmut (1918–)

Az emberi társadalom működését kormányzó szabályok érdekek és értékek összeütközésében születnek, a viták során adaptív módon fejlődnek, ritkán fordul elő, hogy valamiféle átfogó, kristálytiszta logika hatná át őket. Ez még az olyan viszonylag jól formalizált, látszólag tisztán mennyiségi viszonyokkal jellemezhető területen is igaz, mint a pénzügyek. A készülő tőkeegyezmény is az első pillanattól kezdve ki van téve az üzleti és politikai érdekek befolyásának. Itt nem okvetlenül kell valamiféle sötét erők manipulációjára gondolnunk. Pár hónappal ezelőtt például Helmut Schmidt volt német kancellár is megszólalt Bázeli II-ügyben, és legnagyobb súllyal a *kis- és közepes méretű vállalatok* (kkv) hitelezésének kérdését emelte ki. Az erről folyó vita végigkísérte a szabályozás egész történetét. Lényege a következő: a kisvállalatok nyilván sokkal esendőbbek, ezért sokkal nagyobb kockázatot jelentenek a hitelintézetek számára, mint a jól megalapozott nagyvállalatok. Ennek megfelelően a nekik nyújtott hitelek is drágábbak, és a hitelező bank portfóliójában is nagyobb kockázati súllyal, magasabb tőkekövetelménnyel jelennek meg. A kérdés ennek a kockázati tényezőnek a mértéke. Ha túlságosan kedvező feltételeket teremtünk a kis- és közepes vállalatok számára, ezzel minden csalót arra fogunk bátorítani, hogy háromfős vállalatokat alapítson, jól adósodjon el, majd villámgyorsan menjen csődbe – a tranzakció költségeit majd kifizeti valaki más, a költségvetésen vagy a megemelkedett banki kamatrészen keresztül a többi állampolgár. Másrészt ha túl szigorúak vagyunk a kis- és közepes vállalatokra vonatkozó kockázati súly megállapításakor, lehetetlenné tesszük elindulásukat, márpedig ők alkotják a gazdaság legmozgékonyabb komponensét, és ők hozzák létre a legtöbb új munkahelyet.

Világos, hogy ilyen természetű kérdésekre nincs matematikai válasz. A helyes döntést ezer tényező határozza meg (egyebek között ilyenek is, mint az adott társadalom általános erkölcsi színvonala, a szabálykövetés hagyományai vagy a törvények betartatásának esélyei), és igen kevésbé valószínű, hogy a tökéletes megoldást rögtön első nekifutásra megtaláljuk.

Az új szabályozással kapcsolatban számtalan további, hasonló természetű aggodalom merült fel. A tőkekövetelmény meghatározása például a hitelportfólióban szereplő *vállalatok minősítésén* (rating) alapul. Eltekintve attól, hogy a minősítési kultúra a világ legtöbb országában hiányzik, s így az elején hatalmas mennyiségű megbízhatatlan adat kerül majd bele a portfóliók értékelésébe, a rating-alapú tőkekövetelmény-számítástól sokan azért félnek, mert attól tartanak, hogy prociklikus lesz. Ez azt jelenti, hogy amikor a gazdaság túljut egy fellendülési szakasz tetőpontján, és a vállalatok minősítése ennek megfelelően elkezd romlani, ezzel a bankok tőkekövetelménye is megnő, tehát egyre magasabb kamaton nyújtanak majd kölcsönt vagy kényszerűen visszafogják hitelezési tevékenységüket, ami a gazdaságot továbbblöki a visszaesés felé vezető úton.

Hasonló pozitív visszacsatolásokat indíthat be a 8 százalékos átlagos tőkésítettség követelménye. Az új szabályok alkalmazásával a legfejlettebb bankok tőkekövetelménye feltehetően jelentősen csökkenni fog, ami viszont azt jelenti, hogy a rosszabbaké a 8 százalék fölé nő, ami *piaci szegregációt* indíthat be. Lehet, hogy ez önmagában nem is olyan nagy baj (hull-

jon a férgese?!), de minthogy a startvonalnál nem igazán egyenértékű a versenyzők pozíciója, kiderülhet, hogy a futam már a startpisztoly eldördülése előtt eldőlt.

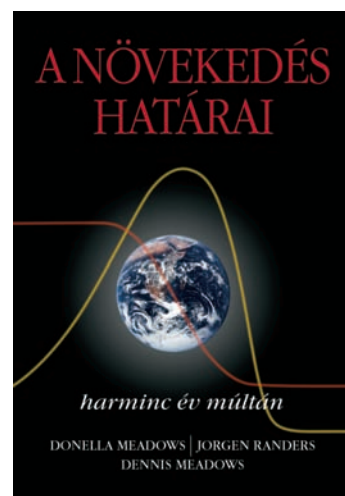
Fenntartások fogalmazódtak meg a megnövekedett *felügyeleti mérlegelési jogkörrel* kapcsolatban is. A széles körű diszkrecionális jog számos ország jogi kultúrájától idegen, el tudok képzelni olyan helyet, ahol a mérlegelési jogkör kiszélesítése az önkénynek és a korrupciónak nyit kaput.

Végül, hogy a harmadik pillér se maradjon ki, többen attól tartanak, hogy a megnövekedett transzparencia, a szektor működésének egyébként üdvös átláthatósága a szereplők *viselkedését összehangolhatja*, ami különösen krízis esetén hatalmas ingadozások okává válhat.

A fenti kritikai megjegyzéseket idézve végig megpróbáltam feltételes módot használni: senki nincs, aki ma meg tudná mondani, hogy a felsorolt veszélyek mennyire reálisak. Az új szabályozás egy hihetetlenül bonyolult rendszer működési feltételeit változtatja meg; élénk eszű és erős érdekektől hajtott emberek tízezrei gondolkodnak lázasan azon, hogy az új feltételek között miként érvényesítsék a leghatékonyabban érdekeiket. Lehetetlen előrelátni, milyen új megoldásokat találnak majd ki, hogy az új kényszerekhez alkalmazkodjanak, csak abban lehetünk biztosak, hogy nem lesznek szűkében az ötleteknek.

Ugyanígy lehetetlen megmondani, hogy a legtöbb vitatott kérdésben „kinek van igaza”. Mint a kisvállalatok hitelezése kapcsán már említettem, sokszor olyan alapvető beállítódásokon múlik az állásfoglalásunk, hogy például a kiterjedt gondoskodást szeretjük-e, vagy a nagyobb önállóságot, a részletes szabályozást vagy a mérlegelésen alapulót, a nagyobb biztonságot részesítjük-e előnyben vagy a kockázatosabb, de több esélyt kínáló versenyt. Ilyen természetű kérdésekben a döntéseink sokszor megelőzik a racionális érvelést. Mindazonáltal egészen halkan hozzátenném, hogy abban a kérdésben, hogy egy kockázati mérték konvex-e, s hogy kívánatos-e, hogy az egész szektorban használt mérték konvex legyen, nem értem, hogy miért kellene ezeknek a ráción túli értékmozzanatoknak megjelenniük.

Általánosabb nézőpontból, mégiscsak természettudományos problémákon nevelkedett emberként, az új szabályozás körüli vitákhoz ennyit tudnék hozzátenni: Feltehetően illuzórikus azt hinni, hogy egy bonyolult, nagyon sok elemből álló, erős kölcsönhatásoktól átszőtt rendszer működését bárki is eléggé mélyen meg tudná érteni, és bárki képes lenne olyan szabályokat alkotni, melyek ennek a rendszernek a stabilitását egyszer s mindenkorra garantálják. Biológiai analógia alapján azt gondolom, hogy ha a rendszer egyáltalán képes relatív értelemben, viszonylag hosszú időn át stabilan működni, ennek a rendszer minél nagyobb változatossága, a túlélési stratégiák és működési módok sokasága lehet a záloga. A monokultúrával szemben hallatlan fölényben van a biodiversitás. Ennek mintájára az „*öködiverzitást*” tartom kívánatosnak a gazdaságban és a pénzügyekben is. Ez a meggondolás a konkrét esetben minél egyszerűbb, a szereplőket minél kevésbé uniformizáló, a leglényegesebb politikai célokra (az egész rendszer stabilitásának biztosítására és a leggyen-





gőbb szereplők korlátozott védelmére) koncentráció szabályozást részesíti előnyben.

Befejezésül hadd lépjek egy kissé vissza a banki kockázatok konkrét problémájától, és hadd nézzek rá erre az egész kérdéskörre egy kissé általánosabb összefüggésben. Kockázatokkal nemcsak a pénzügyekben szembesülünk, hanem az élet valamennyi területén. Saját egyéni tevékenységünk és az emberi társadalom egészének a tevékenysége szüntelenül az elérhető előnyök és az esetleg velük járó veszélyek mérlegeléséből áll. Ha úgy tetszik, egész életünkben folytonosan kockázatot kezelünk, állandóan Markowitz-típusú feladatokkal szembesülünk, pillanatonként kell opciókat értékelnünk. Az idők folyamán hatalmasat változott a kockázathoz való viszonyunk: a természeti körülmények között élő, kiismerhetetlen és szeszélyes hatalmaknak kiszolgáltatott állat helyett a ma embere ura szeretne lenni saját sorsának, lehetőleg ki szeretné iktatni a kockázat minden elemét, a betegséget, a balszerencsét, a konfliktusokat. Miközben a természeti kockázatok bizonyos részét valóban sikerült kiküszöbölnünk, megjelentek egészen újak, melyek jelentős részét magunk hoztuk létre. A környezet károsításával, az erőforrások kimerülésével, a tudomány és a technológia elszabadult alkalmazásaival összefüggő hatalmas kockázatok mind saját termékeink. Ezek kezelése olyan összetett megközelítést igényel, melyben a természettudományok és a társadalomtudományok képviselői szorosan együttműködnek. A komplex rendszerek szemünk előtt kialakuló tudománya gazdag feladatokat örököl.

Ajánlott irodalom

Crouhy, Michel. – Galai, Dan – Mark, Robert: Risk Management. New York: McDraw-Hill, 2000.

Hull, John C.: Opciók, határidős ügyletek és egyéb származtatott termékek. Bp.: Panem, 1999.

Jaksity György: A pénz természete. Bp.: Alinea, 2003.

Jorion, Philippe: A kockáztatott érték. Bp.: Panem, 2001.

Kohn, Meir: Bank- és pénzügyek, pénzügyi piacok. Bp.: Osiris – Nemzetközi Bankárképző Központ, 1998.

Ligeti Sándor – Sulyok-Pap Márta: Banküzemtan. Átdolg., bőv. kiad. Bp.: Tanszék Pénzügyi Tanácsadó és Szolgáltató Kft., 2003.

Malkiel, Burton G.: A Random Walk Down Wall Street. New York: W. W. Norton & Co., 1990.

Mérő Katalin – Zsámboki Balázs – Horváth Edit – Bethlendi András – Naszódi Anna – Szombati Anikó – dr. Czajlik István: Tanulmányok az új Bázeli Tőkeegyezmény várható hatásairól. (MNB műhelytanulmányok, 27.) Bp.: MNB, 2003.

Száz János: Kötvények és opciók árazása. Pécs: PTE, 2003.

Száz János: Tőzsdei opciók. Bp.: Tanszék Pénzügyi Tanácsadó és Szolgáltató Kft., 1999.

Szegő, Giorgio: Risk Measures for the 21st Century. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

